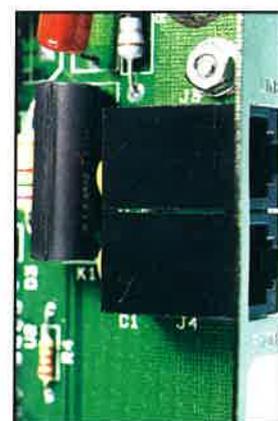
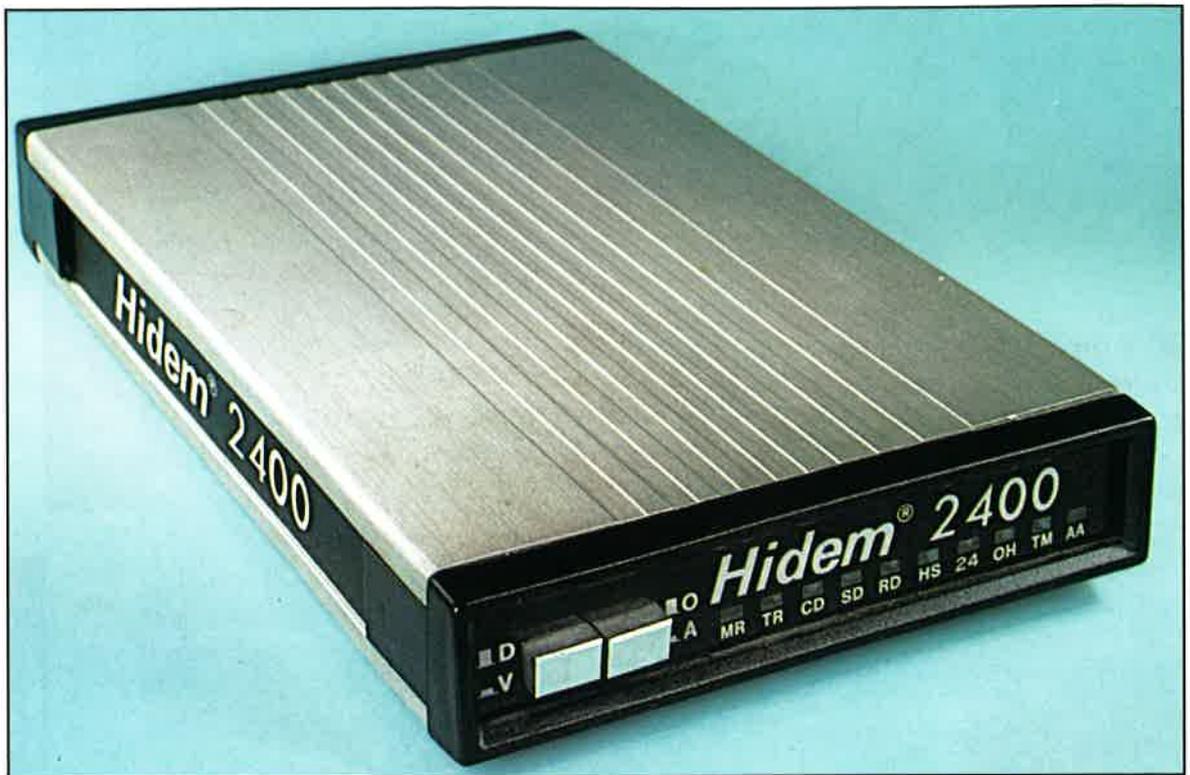
IL MODEM

Attualmente il flusso delle informazioni tra le aziende, ma anche tra utenti privati di personal computer, è molto elevato e riguarda lo scambio di dati relativi ad archivi di data-base, a disegni CAD, a file di testo, ecc. Per realizzare questo scambio viene utilizzato il modem, che rappresenta un mezzo di trasmissione affidabile, sicuro ed economico, poiché fornisce all'utente il vantaggio di non doversi muovere dal posto in cui si trova per trasferire l'informazione.

Il modem è sempre associato ad un PC, che ne gestisce il funzionamento tramite alcuni programmi di comunicazione molto diffusi e di facile impiego. Questi consentono di trasmettere e ricevere file di testo, disegni, fotografie, messaggi, o addirittura eseguire programmi direttamente all'altro capo del collegamento telefonico; è possibile perciò operare in modo remoto con i dati informatici, e ciò risulta di grande utilità quando, ad esempio, è necessario verificare il funzionamento di certi dispositivi elettronici che si trovano lontani dalla sede del servizio di assistenza tecnica. In questo caso, il tecnico può eseguire delle verifiche direttamente dal suo posto di lavoro utilizzando solamente un PC e un modem.

Il modem è un mezzo per la trasmissione dei dati affidabile, sicuro ed economico

Le velocità di trasmissione più utilizzate dagli utenti di PC sono quelle di 1.200 baud e di 2.400 baud

Il modem facilita e rende possibile lo scambio di dati e le comunicazioni digitali

I sistemi di comunicazione analogici progettati per trasmettere la voce umana presentano una larghezza della banda base compresa approssimativamente tra 300 Hz e 3400 Hz (questa è la larghezza di banda di un normale canale telefonico per la comunicazione vocale).

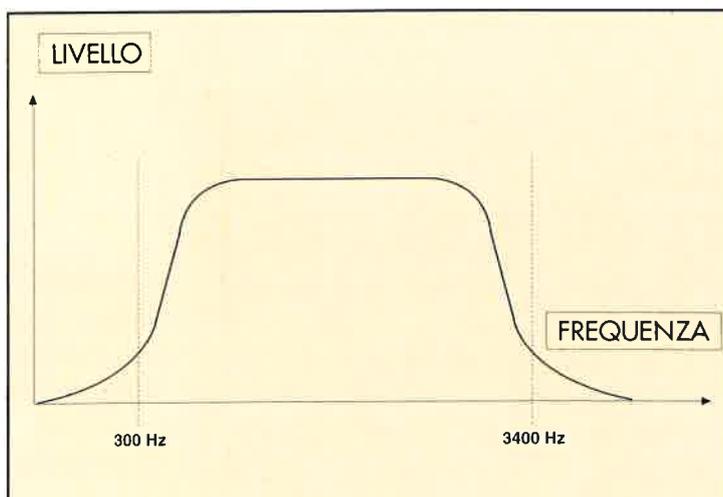
Esiste un rapporto molto stretto tra la larghezza di banda analogica e le velocità con le quali si possono trasmettere dei dati lungo la linea telefonica. Le tecnologie più moderne consentono velocità di trasmissione molto superiori ai 9600 bit/secondo (baud) per un canale telefonico di 3 kHz, grazie all'impiego di complesse tecniche di modulazione; tuttavia, le velocità più utilizzate dagli utenti di personal computer sono quelle di 1200 o 2400 baud, poiché i modem da 9600 baud e oltre devono essere abbinati a sistemi più complessi che richiedono una velocità superiore per ridurre i tempi di trasmissione.

Per queste velocità vengono generalmente utilizzate linee di trasmissione speciali, poiché la linea telefonica convenzionale potrebbe generare parecchi disturbi che causerebbero la distorsione dei dati trasmessi.

Larghezza di banda di un canale telefonico

Funzionamento del modem

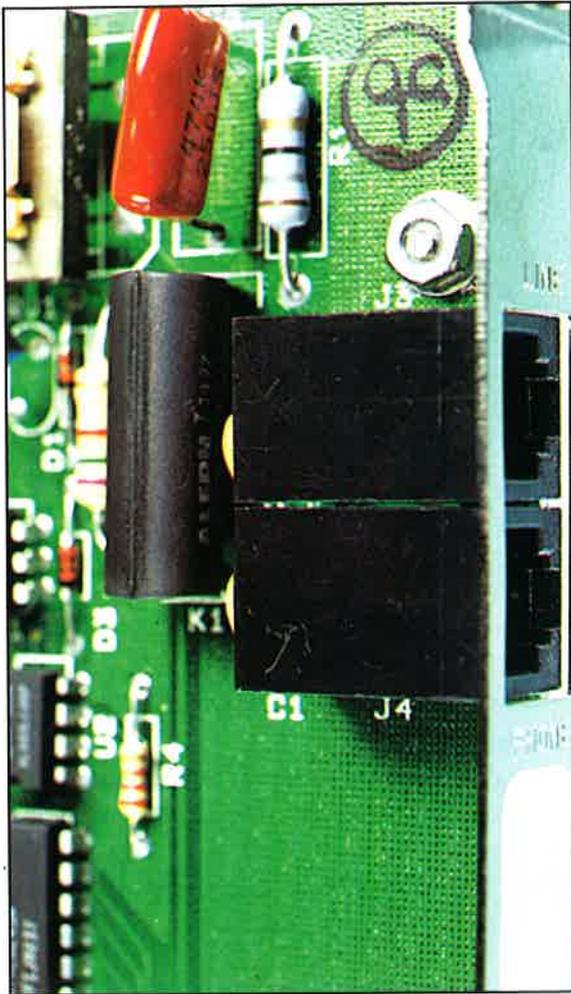
Un modem è composto da tre parti completamente differenziate tra loro, che sono:

Trasmettitore
Ricevitore
Controllo del terminale

Trasmettitore

Il trasmettitore è costituito da un circuito di clock, tramite il quale si ottiene la sincronizzazione, da un dispositivo che codifica il segnale che si deve trasmettere, da un modulatore, da un convertitore digitale-analogico e dai circuiti equalizzatori del segnale analogico di uscita per la linea telefonica.
Il circuito di sincronizzazione è quello che fornisce la temporizzazione di base sia per il modem che per il *DTE* (Data Terminal Equipment) che deve fornire i dati da trasmettere, vale a dire il personal computer o l'apparecchiatura elettronica che invia in uscita segnali di tipo digitale, generalmente standardizzati, attraverso la RS232.
Il circuito che codifica il segnale da trasmettere ha anche il compito di mantenere sincronizzato il circuito di clock locale. Poiché il clock del ricevitore si autogenera dai dati ricevuti, questi devono contenere sufficienti commutazioni tra 1 e 0 e viceversa per garantire la sincronizzazione del circuito di clock locale.
Il modulatore converte la sequenza dei bit in segnali analogici che vengono trasmessi sulla linea telefonica. La modulazione più utilizzata è la *FSK*, che viene realizzata mediante un VCO (convertitore tensione-frequenza, detto anche VCF o V-f), che fornisce in uscita una frequenza legata al livello del dato o della parola digitale applicati al suo ingresso.
Poiché in genere un modem commerciale è in grado di trasferire le informazioni con diverse velocità di trasmissione, il modulatore deve essere in grado di fornire coppie di frequenze (una per lo 0 digitale e una per l'1 digitale) in corrispondenza delle diverse velocità di trasmissione. Ad esempio, un modulatore a 2 bit fornirà quattro diverse frequenze, ma sempre all'interno della larghezza di banda del canale telefonico.
Un altro tipo di modulazione utilizzata, anche se in misura minore rispetto a quella precedente, è la *PSK*, nella quale il parametro che varia è la fase (e non la frequenza come nel caso precedente); a ciascuna parola digitale viene assegnata una fase diversa. In questo modo il modem di ricezione riesce ad analizzare le diverse fasi che gli arrivano e ricavare di conseguenza le parole digitali corrispondenti.
Infine, l'equalizzatore compensa le caratteristiche nominali del mezzo di trasmissione e, basandosi sulle caratteristiche medie di questo, bilancia la distorsione di ampiezza provocata dal mezzo stesso e dal ritardo di gruppo.

Il modulatore converte le sequenze dei bit in segnali analogici per la loro trasmissione lungo la linea telefonica

Il collegamento del modem al PC o al dispositivo terminale dei dati (DTE) viene realizzato tramite il cavo seriale RS-232

Il collegamento del modem alla linea telefonica viene realizzato per mezzo dei connettori telefonici

Ricevitore

É costituito da un circuito equalizzatore di ingresso che adatta i segnali provenienti dalla linea telefonica, correggendo gli errori presenti nell'informazione ricevuta e amplificando la stessa in funzione dei parametri specifici del circuito. I dati ricevuti dall'equalizzatore, e già trattati, vengono inviati al circuito demodulatore, che ha il compito di ricavare le parole digitali in banda base.

Il demodulatore, come il modulatore, può essere di tipo FSK (quello più utilizzato) o di tipo PSK. Nel primo caso, i segnali analogici ricevuti alle diverse frequenze vengono convertiti in parole digitali in banda base, che vengono successivamente trasmesse al PC o all'apparecchiatura elettronica relativa. Se la demodulazione è di tipo PSK, l'operazione che viene svolta dal dispositivo è quella di riconoscere le variazioni di fase del segnale analogico, convertendo ognuna di queste in una parola digitale diversa.

I dati ricevuti dall'equalizzatore, e già trattati, sono inviati al circuito demodulatore

Controllo del terminale

Questo circuito ha il compito di controllare sia la ricezione che la trasmissione per mantenere attiva la comunicazione tra due modem, realizzando un equilibrio tra la linea telefonica, il modem stesso, e il PC o l'apparecchiatura di trasmissione.
Tramite questo controllo il modem è in grado di poter riconoscere una chiamata, allacciarsi, supervisionare la linea, e mantenere un collegamento telefonico tra due punti.

INTERFACCIA TRA IL MODEM E IL PC (RS-232)

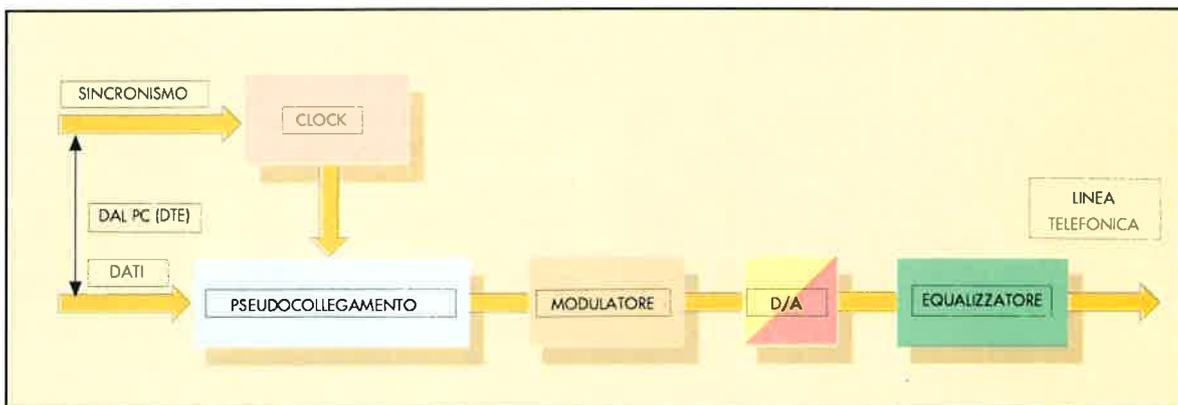
Il collegamento tra un personal ed un modem viene eseguito tramite l'uscita seriale: generalmente si utilizza il protocollo RS-232 poiché è così diffuso che praticamente non esiste computer che non sia dotato almeno di una porta dati seriale con questo tipo di interfaccia. Il progetto dell'interfaccia seriale con protocollo RS-232 è stato sviluppato per favorire le comunicazioni tra un'apparecchiatura DTE e un dispositivo *DCE* (Data Comunications Equipment). In questo tipo di protocollo le comunicazioni sono indirizzate dal DTE (computer) al DCE (modem), che agisce come periferica collegata al PC. Tramite questo protocollo è possibile adattare qualsiasi modello di modem, di qualsiasi marca, con qualsiasi PC.

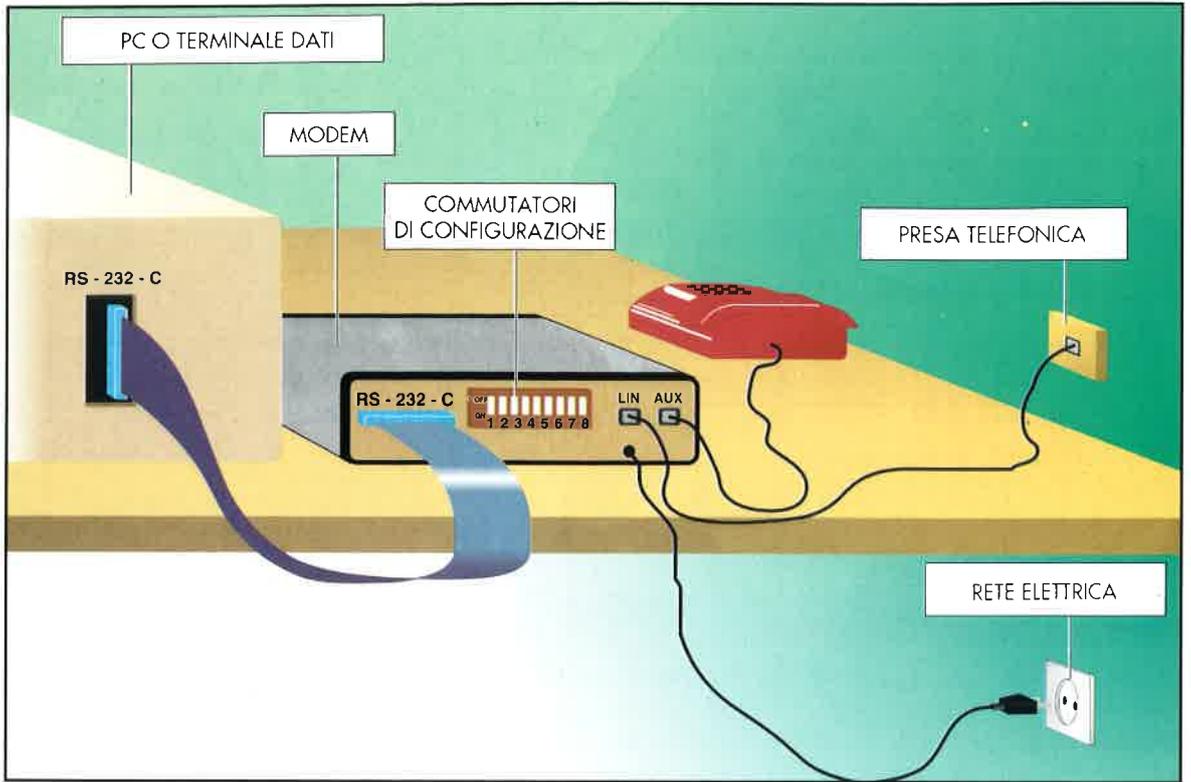
Schema a blocchi tipico di un modem

Connettore caratteristico SUB-D a 25 terminali femmina per RS-232

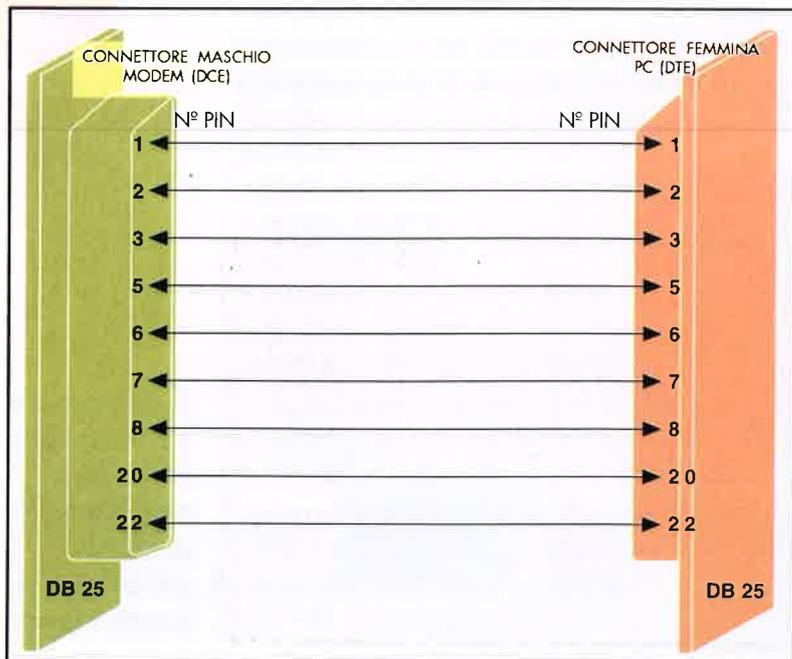
IL MODEM COMMERCIALE

I modem che si trovano disponibili in commercio presentano tutti caratteristiche similari; sono normalmente a chiamata e risposta automatica, compatibili con il gruppo di comandi *AT HAYES* e interfacciabili con il PC o il terminale tramite la porta RS-232-C.
Questi modem operano normalmente a 2400, 1200 o 300 baud, con selezione di comunicazione Full-Duplex (Duplex) o Half-Duplex (Semiduplex). Il modem è compatibile con una serie di norme internazionali sulle comunicazioni asincrone e sincrone. Quando si decide l'acquisto di un dispositivo di questo tipo, bisogna tener presente a quali di queste norme si è soggetti, e quale tipo di comunicazione si pensa di utilizzare. Gli standard di comunicazione più comuni attualmente sono BELL 103, 212A, CCITTV22, V21, V22 bis e V23.
Contemporaneamente, i modem sono compatibili con quasi tutti i programmi di comunicazione che si trovano in commercio, tra i quali si ricordano: PROCOMM, CROSSTALK, CARBON COPY, SMARTCOM, BITCOM, GEORGE, PC-TALK, ecc. Tramite questi programmi è possibile gestire il modem con estrema facilità ed effettuare tutte le operazioni necessarie per la trasmissione e rice-

Schema a blocchi del trasmettitore del modem

La comunicazione tra un PC e il modem avviene attraverso la porta seriale

Il modem generalmente è dotato di un altoparlante per poter ascoltare i toni, la linea occupata, ecc.

Schema di collegamento di un modem

zione di file, l'esecuzione di programmi a distanza, la manipolazione di messaggi, ecc.
Il modem è generalmente dotato di un altoparlante che agisce come monitor audio per poter ascoltare, ad esempio, il tono della linea durante la chiamata, il segnale di comunicazione, il segnale di linea occupata, ecc.
Inoltre, i modem hanno una serie di indicatori sul pannello frontale che ne visualizzano lo stato, e che risultano di grande aiuto in caso di difficoltà durante la sua installazione. Gli indicatori più comuni di cui un modem può essere dotato visualizzano le seguenti informazioni:
ON: il modem è collegato alla rete elettrica e pronto per funzionare; è normalmente di colore rosso;
LINE: indica che il modem è in stand-by o in attesa di una chiamata, ed è normalmente di colore verde;
H/L: visualizza la velocità di comunicazione a cui è impostato il modem. H significa che è selezionato alla velocità più alta e viceversa;
AW: quando è acceso significa che il modem è in condizione di risposta automatica; ciò vuol dire che quando arriva una chiamata è in grado di collegarsi automaticamente e stabilire l'opportuna comunicazione;
RXD: indica che il trasferimento dei dati avviene dal modem (DCE) al DTE (PC o terminale) attraverso la porta di comunicazione seriale RS-232;

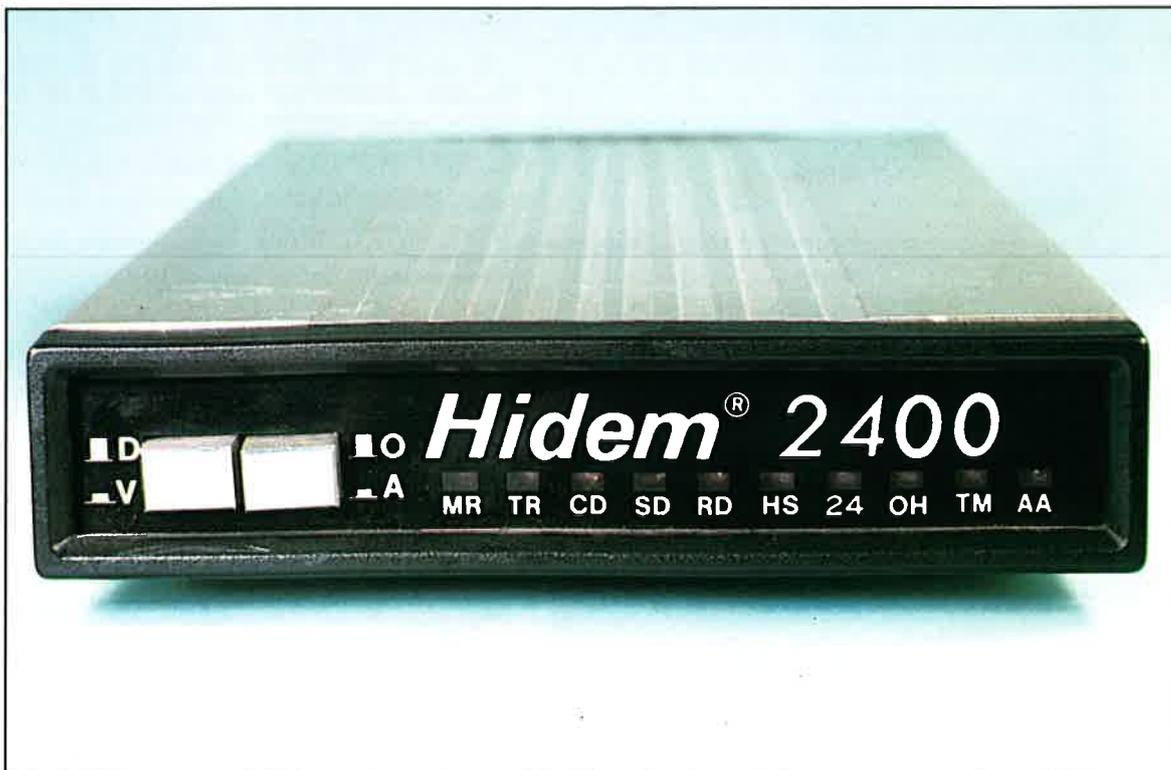
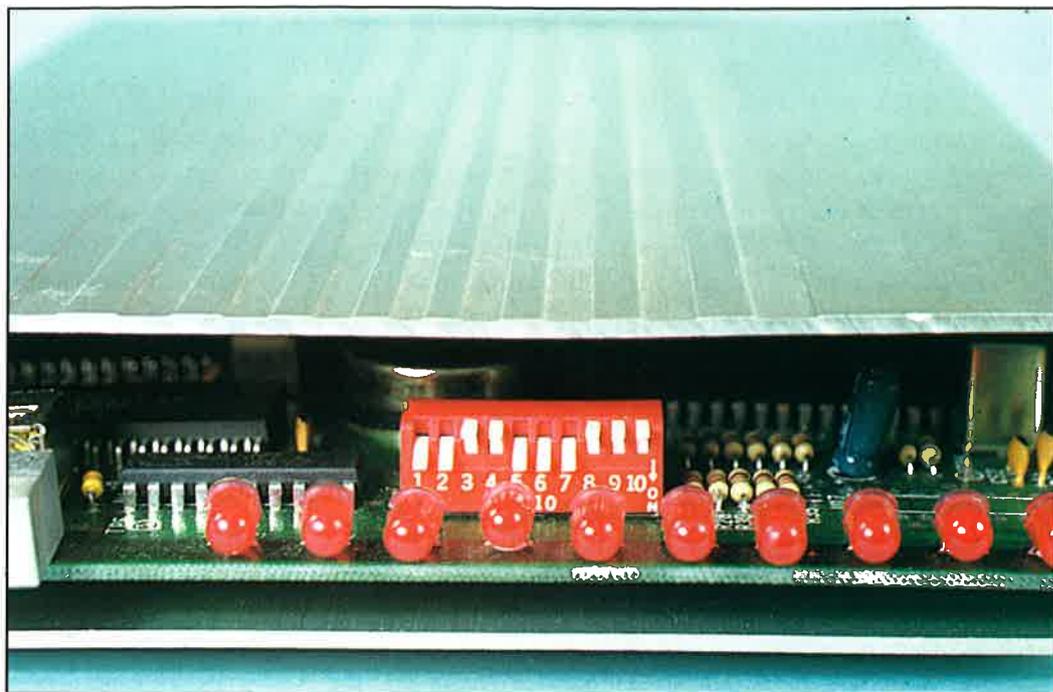
Schema di collegamento del cavo di interfaccia RS-232-C

TXD: visualizza il trasferimento dei dati dal DTE al modem attraverso la porta RS-232;
DCD: indica la presenza della portante dei dati sul modem remoto;
DTR: se è acceso significa che il DTE (computer o terminale) ha confermato il segnale DTR (108) attraverso la porta RS-232, e che è perciò pronto per ricevere o inviare dati.
I modem che possono lavorare a diverse velocità generalmente riconoscono automaticamente anche la velocità e il formato delle parole (bit di parità e bit di stop) provenienti dall'elaboratore. Inoltre, si adattano istantaneamente alla velocità del corrispondente che ha chiamato.

CONNETTORI E COMMUTATORI

Il modem è dotato di una serie di connettori esterni che sono comuni a tutti i modelli, salvo rare eccezioni, e che soddisfano le normative internazionali. Questi connettori sono i seguenti:
Connettore di rete: ingresso della tensione alternata a 220 Vac o 125 Vac per il modem;
Connessione RS-232: è un connettore di tipo SUB-D a 25 terminali che serve per il collegamento alla porta seriale RS-232 del PC; a volte questo ingresso può essere costituito da un connettore SUB-D a 9 terminali;
Line: serve per collegare il modem alla linea telefonica della rete telefonica commutata;
Phone: serve per collegare un telefono al modem ed effettuare comunicazioni vocali con l'altro utente, sfruttando in questo caso il modem come una sorta di BY-PASS;
Interruttore ON/OFF: tramite questo interruttore si accende o si spegne il modem.
Il modem è dotato anche di una serie di commutatori di selezione per impostarne la configurazione. I più comuni di questi sono i seguenti:
Manual/Auto: tramite questa selezione il modem può rispondere automaticamente ad una chiamata telefonica ed eseguire l'allacciamento stabilendo il collegamento, oppure attendere che l'utente lo realizzi manualmente;

Tutti i connettori esterni soddisfano le normative standard

Il modem si adatta istantaneamente alla velocità del corrispondente modem che ha chiamato

Il pannello frontale del modem è dotato di indicatori che sono di grande utilità per l'operatore

I modem possono operare con diverse velocità di comunicazione

Per un corretto funzionamento del modem è necessario impostare correttamente i suoi commutatori di configurazione

Comandi/Dati: grazie a questa selezione il modem riconosce i comandi inviati dal computer o dal terminale (DTE);
Eco no/si: se si seleziona l'opzione *si* il modem rinvia al terminale i caratteri ricevuti dallo stesso; se si seleziona l'opzione *no* i caratteri ricevuti non verranno rinviati al terminale;
Norme Ccitt/Bell: viene utilizzato per selezionare il funzionamento secondo la normativa Europea (CCITT) o Americana (BELL);
Notazione Europea/EEUU: seleziona il tipo di notazione Europea o Americana;
Configurazione della porta seriale: serve per selezionare la porta seriale che si deve utilizzare tra le quattro disponibili (COM 1, 2, 3 o 4) e supportate dal sistema operativo MS-DOS.

Questo è uno dei programmi di comunicazione più utilizzati dagli utenti del modem

Negli ultimi tempi sono diventati di uso comune dei modem ad alta velocità che riescono a trasmettere sulla normale linea telefonica con velocità di 14.400 baud e oltre. In questi dispositivi l'alta velocità di trasmissione può essere raggiunta grazie ad un sistema a correzione di errore che sopperisce agli eventuali disturbi presenti sulla linea. In pratica, per ogni pacchetto di dati trasmesso viene inviata anche la checksum dei bit presenti, che viene verificata all'arrivo. Se non corrisponde, viene restituito un segnale di errore e il pacchetto di dati viene rinviato finchè non viene ricevuto correttamente.
Questi dispositivi hanno inoltre la possibilità di funzionare come fax, per cui sono in grado di ricevere e trasmettere documenti tramite PC, come fanno i fax convenzionali.
Sono inoltre già in commercio, anche se a prezzo molto elevato, dei particolari modem da inserire internamente ai PC portatili, detti anche notebook, che hanno le dimensioni e la forma di una normale scheda magnetica, come può essere la bancomat. Questi dispositivi, di tecnologia molto avanzata, sono stati sviluppati dalla Rockwell.

LE FAMIGLIE LOGICHE

Proseguendo in ordine cronologico la descrizione delle famiglie logiche, verranno esaminati in questo capitolo i circuiti che possono essere definiti l'anticamera delle porte logiche più attuali.

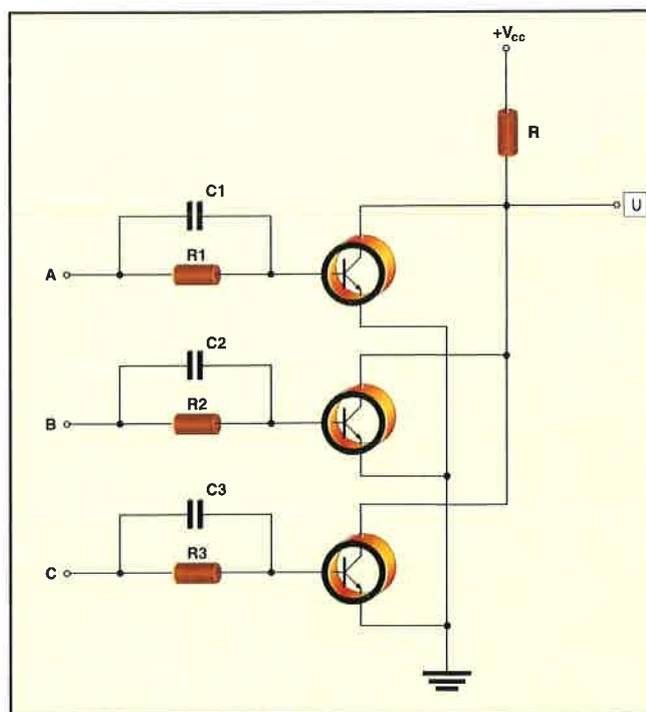
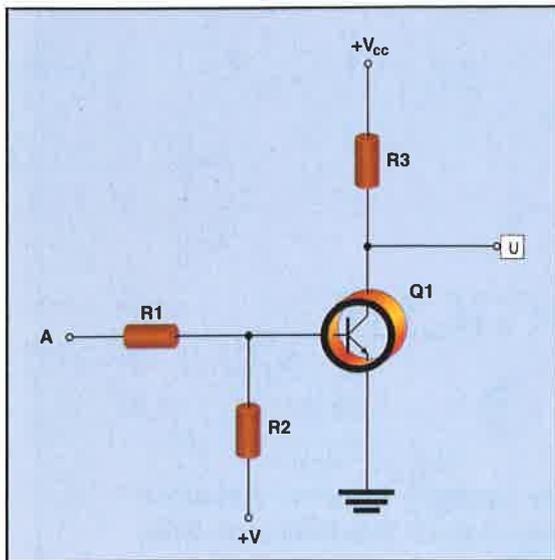
Nelle pagine precedenti sono state descritte le famiglie logiche DCTL e RTL, che costituiscono gli elementi fondamentali per i dispositivi che verranno studiati di seguito. L'anello di congiunzione tra quelle porte logiche e le attuali è la logica chiamata RCTL, con tecnologia resistenza-condensatore-transistor. Queste porte sono simili alle RTL, ma con l'inserimento di condensatori in parallelo alle resistenze poste sulla base dei transistor, come si può osservare nella figura corrispondente. In questo modo si ottiene una maggior velocità di propagazione, grazie al fatto che le capacità base-emettitore dei transistor si caricano e si scaricano attraverso i condensatori C1, C2 e C3. Inoltre, con queste porte si ottiene una diminuzione della dissipazione di potenza poiché si possono utilizzare resistenze di valore più elevato. Il funzionamento è analogo a quello delle porte RTL, e pertanto ne conservano sia i vantaggi che gli inconvenienti:

- *bassa potenza di uscita o fan-out*
- *basso margine di rumore*

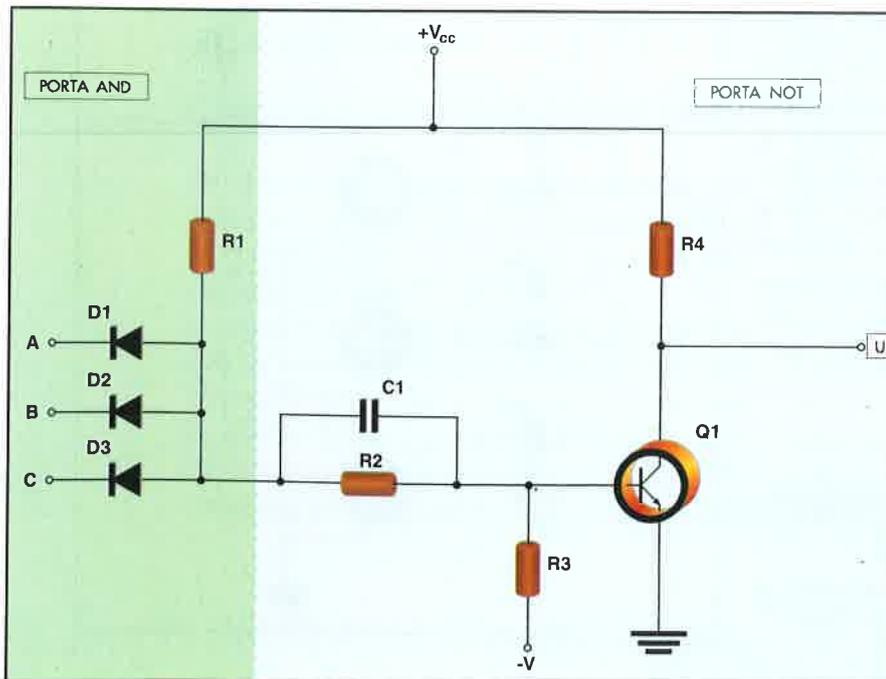
Migliora solamente la velocità di propagazione.

Famiglia logica RCTL, simile alla RTL ma con l'inserimento di un condensatore in parallelo a ciascuna resistenza di ingresso

LA FAMIGLIA DTL

Con questo tipo di famiglia vengono costruite principalmente porte NAND e NOR. Si ricorda che entrambe si ottengono combinando una porta

Porta invertente in tecnologia RTL, nella quale il transistor agisce come invertitore

NOT e una porta AND o OR. Come si può osservare nella figura corrispondente, la famiglia DTL (Diode Transistor Logic) viene realizzata con una porta a diodi e una RTL. Viene esaminato innanzi tutto il modo in cui viene formata una porta NOT o invertente. Il circuito a transistor della figura presenta un invertitore a logica positiva, nel quale si considera il livello logico basso al valore di 0,2 V, corrispondente alla tensione collettore-emettitore del transistor utilizzato, e il livello logico alto pari alla tensione di alimentazione Vcc. Se sull'ingresso è presente uno 0 logico, vale a dire una tensione di 0,2 V, il transistor è interdetto e all'uscita sarà presente un livello logico 1. Se, al contrario, all'ingresso è presente un livello logico pari alla tensione Vcc (1 logico), il transistor andrà in saturazione e in uscita sarà presente uno 0 logico.

La famiglia logica DTL raggruppa quella a diodi e la RTL

Quando si progettano gli invertitori occorre tener presente alcune caratteristiche del transistor:

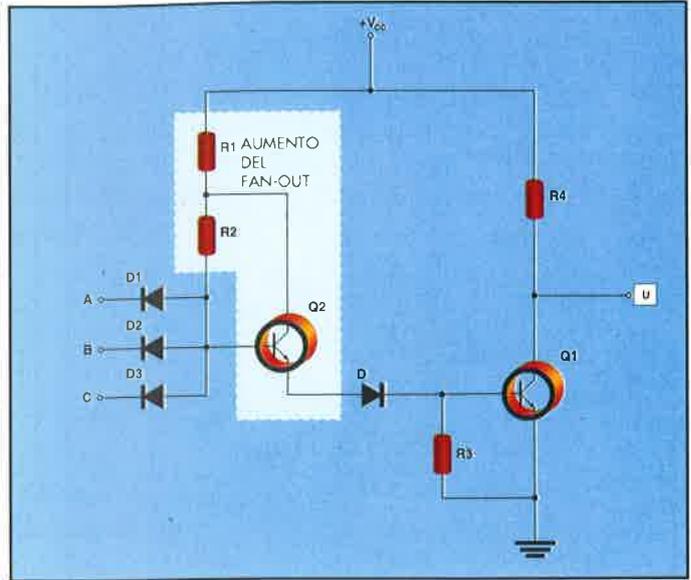
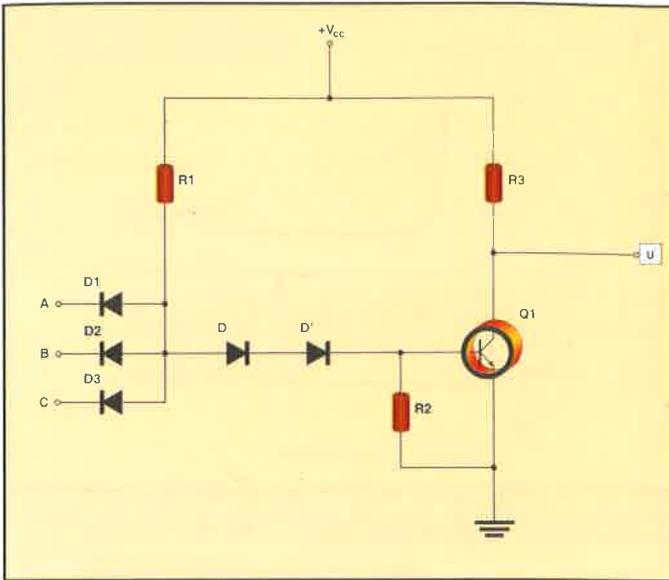
- *Tensione di polarizzazione inversa della giunzione di emettitore:* il suo valore non deve superare quello di rottura emettitore-base (normalmente indicato dal costruttore).
- *Guadagno di corrente in continua:* poiché questo valore diminuisce con la temperatura, il circuito deve essere progettato in modo che il transistor rimanga in saturazione anche alle temperature più basse che si possono raggiungere.
- *Corrente inversa di saturazione del collettore:* aumenta di circa il 7% per °C, per cui non è possibile trascurare l'effetto di questa corrente per temperature elevate.

Si è già visto come funziona una porta AND in logica a diodi, per cui di seguito verrà esaminato il modo in cui agiscono congiuntamente le due tecnologie nella famiglia DTL.

Se uno qualsiasi degli ingressi si trova a livello basso, il diodo corrispondente (D1, D2 o D3) porterà a massa la corrente che attraversa la resistenza R1. In questo caso la tensione sull'anodo dei diodi è pari al valore del livello basso di ingresso più la caduta di tensione del diodo corrispondente.

Quando questa tensione è inferiore a tre volte la caduta di tensione del diodo il transistor di uscita va in interdizione.

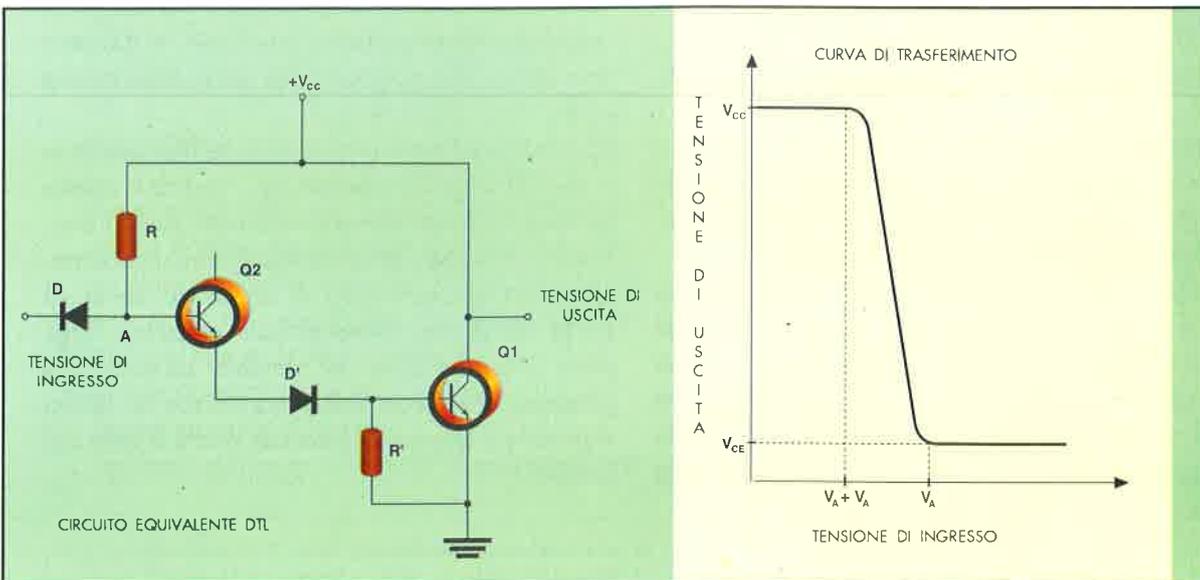
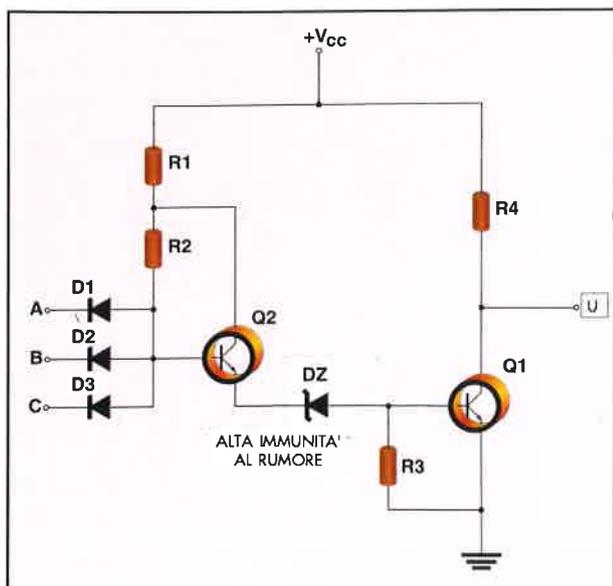
Si osservi che per far scattare questo meccanismo è sufficiente che anche solo uno degli ingressi si trovi a livello basso. Se i rimanenti ingressi sono a livello alto, i diodi corrispondenti cesseranno comunque di condurre; questo perché la tensione sui loro anodi viene determinata dal diodo di ingresso in conduzione, la tensione sui catodi risulta superiore a quella sugli anodi, e i diodi risultano polarizzati inversamente.

Riassumendo si può dire che quando uno degli ingressi si trova a livello logico basso il transistor di uscita rimane interdetto, per cui la tensione presente sul suo collettore è a livello logico alto. Il transistor entra in conduzione solamente quando tutti gli ingressi sono a livello logico alto; in questo caso la tensione sul suo collettore è bassa, e di conseguenza l'uscita si porta a livello logico 0. Il condensatore C1 in parallelo a R2 serve

Per la costruzione dei circuiti integrati in tecnologia DTL è necessario sostituire la resistenza e il condensatore in parallelo con due diodi in serie D e D'

Per migliorare il fan-out delle porte DTL si sostituisce uno dei diodi con un transistor

per migliorare la risposta transitoria dell'invertitore. Questo condensatore favorisce l'eliminazione della carica immagazzinata sulla base quando il segnale passa bruscamente da uno stato logico all'altro. Si ricorda che un transistor non può uscire dalla condizione di saturazione sino a quando questa carica non abbandona la regione di base. Il tempo necessario per eliminare questa carica di saturazione viene denominato *tempo di immagazzinamento*.

Come quasi tutte le porte logiche, anche queste vengono realizzate con dei circuiti integrati; in alcuni casi però, gli elevati valori di resistenza e di capacità non consentono questo tipo di incapsulamento, per cui al loro posto vengono utilizzati transistor e diodi integrati, che hanno costi di produzione molto contenuti. La porta con condensatore e resistenza sulla base di Q1 appena descritta viene modificata sostituendo R2 e C1 con dei diodi. Il funzionamento rimane comunque

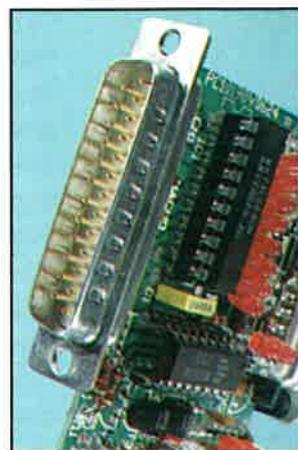
Per il calcolo della curva di trasferimento di una porta DTL si utilizza il suo circuito equivalente, con due diodi in opposizione e due giunzioni base-emettitore

L'immunità al rumore è migliore nella famiglia HTL rispetto alla DTL

In questa curva di confronto è possibile osservare la differenza tra i livelli di immunità al rumore nelle porte DTL e HTL

analogo a quello descritto in precedenza.
Un ulteriore miglioramento si può ottenere sostituendo il diodo D con il transistor Q2, come illustrato nella figura corrispondente. Quando Q2 è in conduzione si trova nella sua regione attiva e non in saturazione. A questa conclusione si arriva partendo dal fatto che nella resistenza R2 la corrente circola nel senso della polarizzazione inversa della giunzione di collettore del transistor Q2. Poiché la corrente di emettitore di questo transistor alimenta la base di Q1, quest'ultimo viene eccitato da una corrente di base molto maggiore rispetto al transistor del circuito a diodi visto in precedenza.

Caratteristiche della famiglia DTL

Per stabilire quali inconvenienti o vantaggi può fornire un certo tipo di famiglia logica utilizzata in un circuito, si devono esaminare le sue caratteristiche tipiche di funzionamento.
La prima di queste è la *velocità di commutazione*, che nel caso esaminato viene determinata dalle costanti di tempo dei circuiti e dalla velocità dei dispositivi che compongono la porta. Nelle porte DTL si osserva che l'impedenza di uscita a livello alto è tre volte maggiore di quella riscontrata nelle porte RTL. Supponendo che l'uscita di una porta DTL vada ad eccitare una serie di porte della sua stessa famiglia, e che ciascuna di queste presenti una capacità parassita verso massa, allora si può osservare che queste risultano tra di loro in parallelo; la costante di tempo avrà perciò un valore pari al prodotto tra il numero delle porte, la capacità parassita equivalente e la resistenza di uscita della porta che sopporta il carico. Come effetto principale risulterà quindi una diminuzione notevole della velocità di commutazione durante la transizione da un livello logico all'altro.
Un altro aspetto che si deve considerare è l'immunità al rumore provocato dalle interferenze generate dall'ambiente esterno al circuito e dall'alta impedenza che generalmente presentano queste porte.
Per eliminare questo problema sono state create le porte HTL (High Threshold Logic, Logica a Soglia Elevata), di funzionamento analogo alle DTL che, come si può osservare nella figura corrispondente, prevedono l'inserimento di un diodo zener al posto del diodo convenzionale utilizzato dalle porte DTL sulla base del transistor di uscita. La presenza del diodo zener garantisce un livello superiore di immunità al rumore, come si vede dal grafico.

PROGRAMMA PER IL MONITOR CENTRONICS

Nelle pagine precedenti è stato esaminato il montaggio del circuito di controllo per la porta Centronics. Di seguito verranno analizzati la natura dei segnali che compongono questo standard e i comandi del programma che verrà utilizzato come strumento di verifica e gestione del circuito.

Lo standard più rispettato nel mondo della microinformatica è quello relativo all'impiego dei dispositivi di stampa associati all'elaboratore. Infatti, qualunque sia il tipo di stampante di cui si è in possesso (quelle ormai obsolete ad aghi, quelle a getto di inchiostro, le più moderne appartenenti alla categoria delle

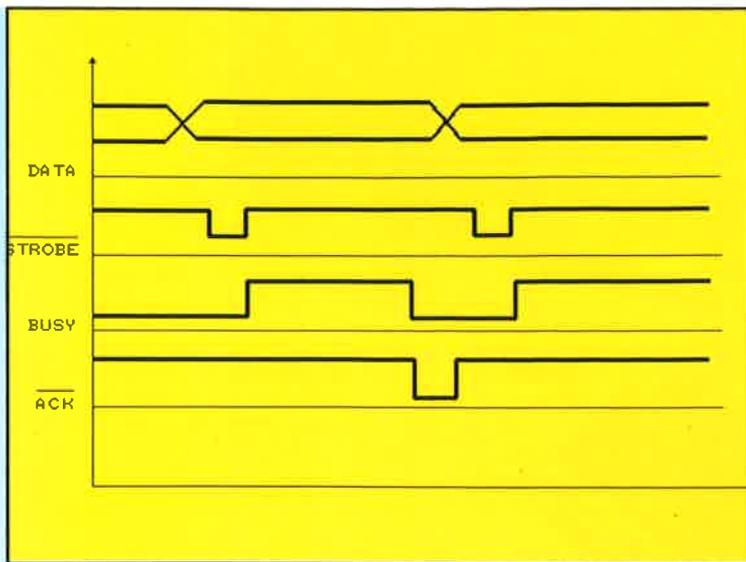



Diagramma dei segnali utilizzati nella trasmissione dati tra un PC e la stampante

stampanti laser, oppure quelle a sublimazione di colore), questa sarà certamente normalizzata secondo alcune specifiche di base o, detto in altro modo, rispetterà lo standard Centronics.
Di seguito, prima di entrare nel merito del programma di controllo vero e proprio, verranno dettagliatamente analizzati i segnali generati dalla stampante, e successivamente elaborati dal computer, che fanno riferimento a questo standard:

Segnale STROBE
É un segnale generato dall'unità che deve ricevere i dati in risposta ad una richiesta di collegamento, che serve per sincronizzare la trasmissione. Questo segnale è generalmente alto, e i dati vengono letti dalla stampante quando il suo livello scende. L'impulso deve rimanere basso per almeno 0,5 microsecondi.

Il segnale ACK è un segnale che serve al PC per sapere se la stampante è pronta per ricevere il blocco di dati successivo

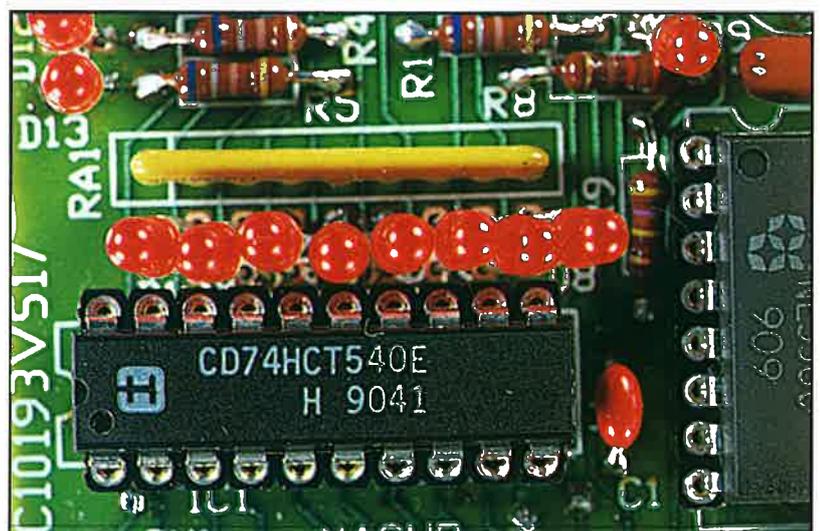
Segnali DATA 0 - DATA 7
Sono i segnali di ingresso che portano gli 8 bit della parola dato. La parola viene letta in modo sincronizzato tramite l'impulso di STROBE. Il livello alto indica il livello logico 1. I segnali devono essere presenti 0,5 microsecondi prima dell'arrivo dell'impulso di STROBE.

Segnale ACK\ (RICONOSCIMENTO)
É un segnale inviato al computer per indicare che la stampante è pronta per ricevere il blocco di dati successivo, e viene generato quando il segnale BUSY passa dal livello alto a quello basso; per questa ragione può essere interpretato anche come un impulso di richiesta dati.
Normalmente si trova a livello alto. Se la condizione è vera, il segnale cambia livello. Questo segnale viene inviato automaticamente quando la stampante è in modalità ON LINE.

Segnale BUSY
Questo segnale di uscita indica lo stato della stampante, ed è alto quando la stampante è impegnata e non può ricevere i dati. Questa situazione si verifica nei seguenti casi:
- buffer della memoria di ricezione saturato
- la stampante sta processando dei dati
- la stampante è in OFF LINE
- la stampante è in condizione di errore.

Segnale PE (FINE CARTA)
Questo segnale di uscita indica che restano solamente 5 centimetri di carta; normalmente è basso e diventa alto quando la carta finisce.

Segnale SLCT (SELEZIONE)
É un segnale di uscita che indica lo stato OFF LINE/ON LINE della stampante. Il segnale è alto in condizione ON LINE e basso in OFF LINE. La stampante assume la condizione di ON LINE:
- quando viene accesa

Diodi D1-D8 che consentono di controllare l'invio dei dati alla stampante

- quando riceve il segnale PRIME
- quando riceve il comando RESET
- quando si preme il pulsante ON LINE.

La stampante assume la condizione di OFF LINE:

- quando rimane senza carta
- quando si preme il pulsante ON LINE per la seconda volta.

Segnale AFTX\ (AUTO FEED)

Questo segnale di ingresso indica se bisogna associare il comando di avanzamento della linea (LF) a ciascun ritorno del carrello (CR). Quando AFTX\ si trova a livello basso viene eseguita l'istruzione LF+CR. Quando è alto la stampante esegue solamente il ritorno carrello. Questa configurazione può essere variata tramite i microinterruttori di cui sono dotate le stampanti oppure, per i dispositivi più moderni, entrando nel programma di SETUP della stampante stessa.

Segnale di INIT

Questo segnale di ingresso, chiamato RESET\ o INPUT PRIME\, viene utilizzato per inizializzare la stampante. Si trova generalmente a livello alto, e passa a livello basso per ripristinare l'apparecchiatura. Può essere ricevuto in qualsiasi istante durante il funzionamento.

Segnale di ERROR

Questo segnale di uscita informa che si è verificato un errore. Normalmente il suo livello è alto, e diventa basso quando si verifica una situazione anomala nel funzionamento. Gli errori possono essere causati da:

- mancanza della carta
- stampante in OFF LINE
- un sovraccarico sull'alimentazione (blocco della testina).

MONITOR CENTRONICS (LabWindows)
BUS DE DATOS
D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
7 6 5 4 3 2 1 0
RESET
BUS DE CONTROL
STROBE A.FEED INIT. SELECT
STROBE AUTO FEED INIT. SELECT
RESET
BUS DE ESTADO
E7 E6 E5 E4 E3 E2 E1 E0
Direccion
LPT1 LPT2 LPT3
ON OFF

Pannello di controllo per la verifica e la supervisione simultanea del funzionamento della porta Centronics e della stampante

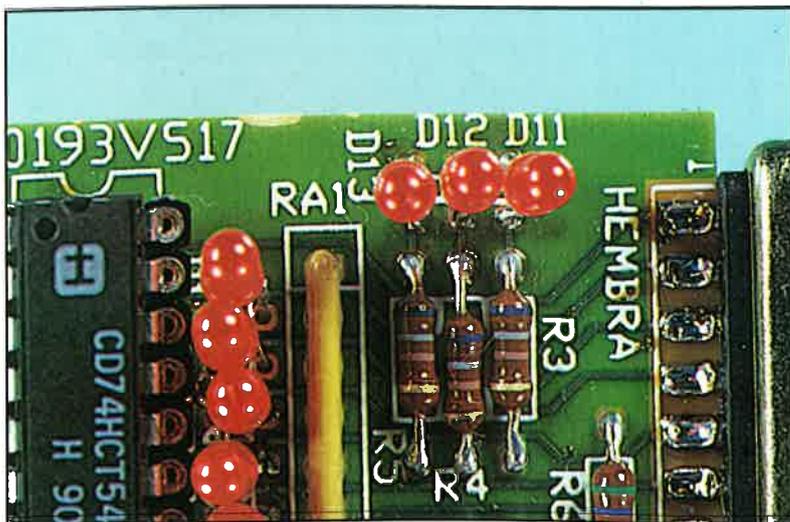
PULSANTI E INDICATORI DELLA STAMPANTE

Generalmente le stampanti, indipendentemente dal costruttore, sono dotate sul loro pannello frontale di alcuni pulsanti e indicatori luminosi che realizzano e visualizzano alcune funzioni che vengono esaminate di seguito. Il computer invierà o meno i dati in funzione della condizione assunta da queste. Gli indicatori luminosi visualizzano invece lo stato in cui si trova la stampante. Queste indicazioni, unitamente a quelle fornite dal monitor di controllo, descrivono in modo completo lo stato della porta Centronics.

Commutatore ON LINE

Impostando questo commutatore nella condizione ON LINE si verifi-

Il segnale di uscita ERROR\ segnala un errore. Normalmente il suo livello è alto

Zona di attivazione dei segnali della porta di controllo

Per ristabilire la comunicazione con il computer, dopo che si è verificato un errore di fine carta, è assolutamente necessario inserire della carta e premere il tasto ON LINE

cano le seguenti situazioni:
- si accende l'indicatore ON LINE
- si abilita la linea di comunicazione tra il calcolatore e la stampante
- viene inviato il segnale ACK\

I livelli dei segnali sull'interfaccia sono:
- BUSY = basso (spegne D15, BUSY)
- SELECT = alto (accende D10, SLCT)
- ERROR\ = alto (spegne D12, ERROR)

Commutando la stampante in condizione OFF LINE si verificano le seguenti condizioni:
- si spegne l'indicatore ON LINE
- viene disabilitata la linea di comunicazione tra il calcolatore e la stampante

I livelli dei segnali sull'interfaccia sono:
- BUSY = alto (accende D15, BUSY)
- SELECT = basso (spegne D10, SLCT)
- ERROR\ = basso (accende D12, ERROR)

Il diodo D14 visualizza lo stato del bit di controllo corrispondente al segnale STROBE (C0)

Indicatore di PAPER/ERROR

Il rivelatore di presenza carta è posizionato all'interno della stampante, sotto il rullo di trascinamento. Quando rivela la mancanza della carta fa accendere l'indicatore di PAPER/ERROR; questa situazione si verifica quando vi sono meno di 5 centimetri di carta o quando questa manca del tutto. Inoltre, l'indicatore lampeggia anche quando si verifica un sovraccarico. Questo segnale è collegato al monitor di controllo, per cui quando è attivo farà accendere il LED D9 (PE) nello stesso momento in cui la stampante passa in OFF LINE, e farà spegnere D10 (SLCT), per indicare che la stampante da quel momento non accetta più dati. Quando la stampante rimane senza carta, oltre che accendersi l'indicatore PAPER/ERROR sul frontalino e il LED D9 sul monitor di controllo, si verificano le seguenti situazioni:
- la stampante non accetta dati dal computer
- la stampante si posiziona in OFF LINE e si spegne l'indicatore di ON LINE
- i tasti LF e FF vengono attivati.

I livelli dei segnale sull'interfaccia sono i seguenti:
- BUSY = alto (accende D15, BUSY)
- SELECT = basso (spegne D10, SLCT)
- ERROR\ = basso (accende D12, ERROR)
- PE = alto (accende D9, PE)

Dettaglio della zona di visualizzazione associata alla porta dati

Per ristabilire la comunicazione con il computer è necessario inserire la carta e successivamente premere il pulsante ON LINE; in questo modo la stampante riprenderà a scrivere dall'ultimo carattere non stampato. Se il rilevatore di presenza carta è di tipo ottico evidentemente non si potrà utilizzare carta trasparente o semitrasparente, in quanto non sarebbe rilevabile; in questo caso la condizione di

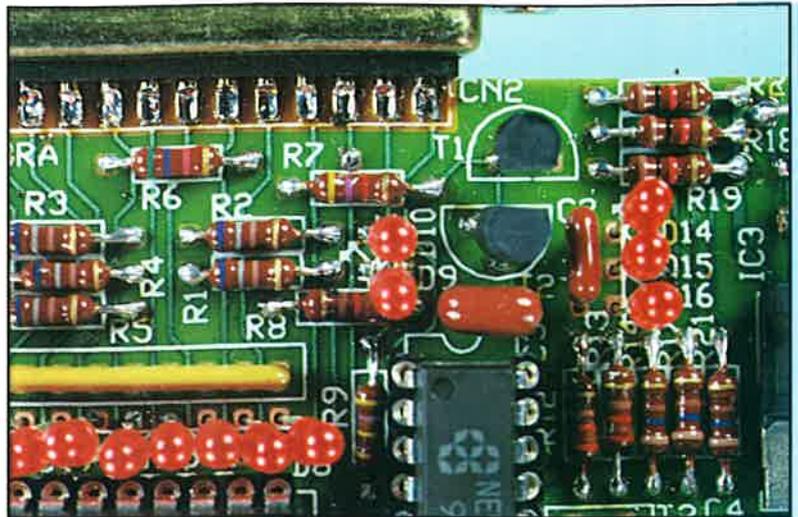
errore persisterà anche dopo che la carta è stata caricata.

Rilevatore di SOVRACCARICO
Quando la testina della stampante si blocca per un guasto del carrello o della guida, situazione piuttosto frequente in ambienti molto polverosi, si genera una condizione di sovraccarico. L'indicatore PAPER/ERROR inizia a lampeggiare, e si verificano le seguenti situazioni:
- viene disabilitata la comunicazione con l'elaboratore, e la stampante passa in condizione OFF LINE
- si accende il diodo LED D12 e si spegne D10 sul monitor di controllo (ERROR e SLCT)
- i commutatori sul pannello frontale vengono disattivati.

I livelli di segnale sull'interfaccia sono i seguenti:
- BUSY = alto (accende D15, BUSY)
- SELECT = basso (spegne D10, SLCT)
- ERROR\ = basso (accende D12, ERROR)

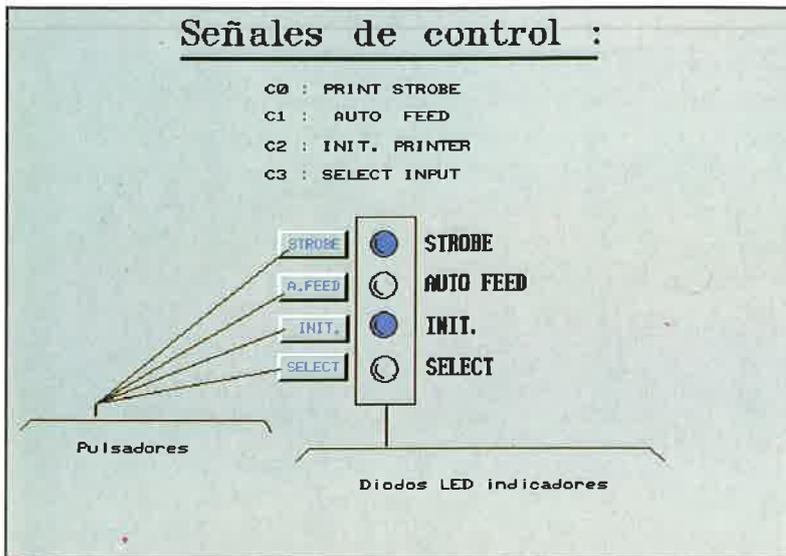
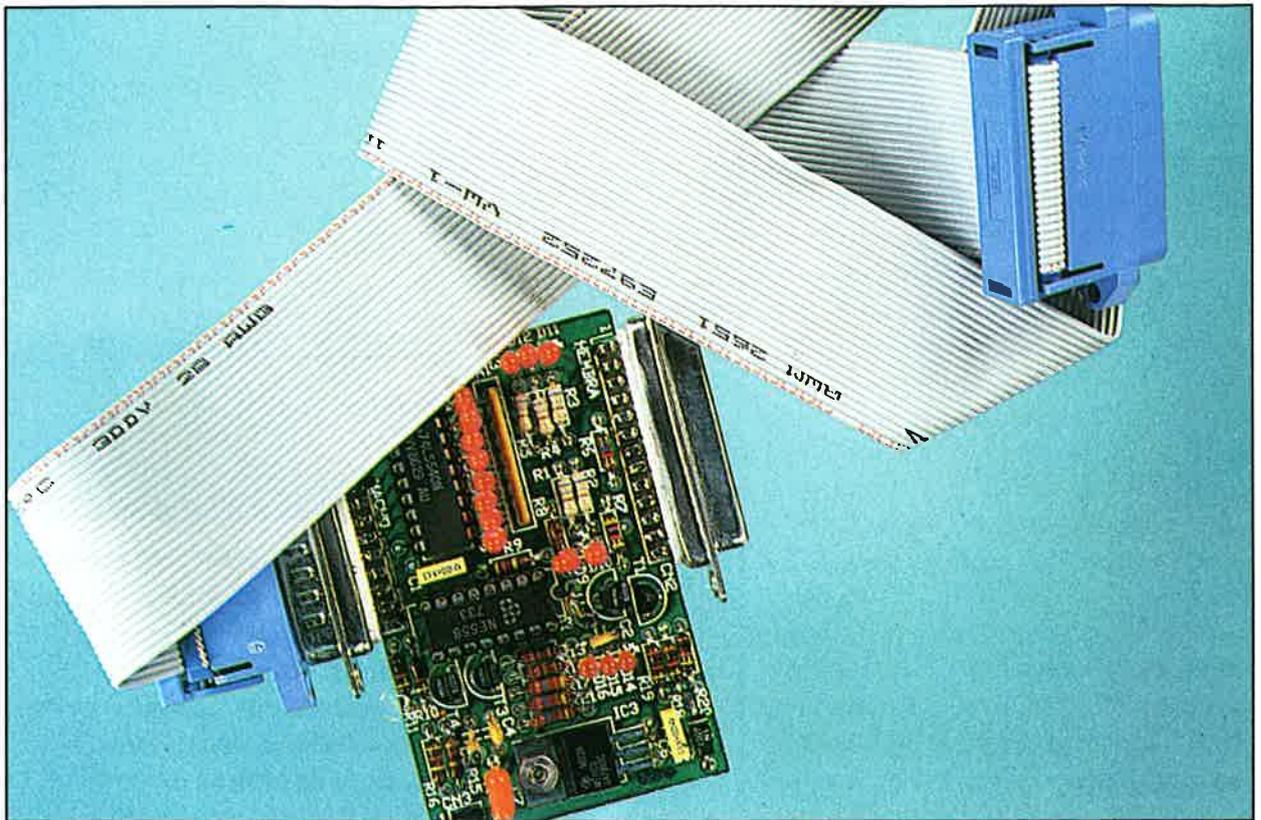
Per ripartire con la stampa è necessario eliminare la causa del blocco, altrimenti sarà impossibile riprendere le operazioni.

MODALITÀ OPERATIVA DELLA TRASMISSIONE PC-STAMPANTE

Di seguito verrà descritto ciò che accade quando si decide di inviare un gruppo di caratteri verso la porta assegnata alla stampante.

I diodi D9 e D10 corrispondono ai segnali E5 ed E4 sul pannello di controllo

Inizialmente il computer invia alcuni dati sulla porta di uscita degli stessi. Questa operazione viene eseguita in un lasso di tempo molto breve. L'operazione successiva del computer è quella di indicare alla stampante che i dati sono pronti e questa invierà un segnale di conferma (STROBE\) che, come già detto in precedenza, ha una durata di pochi microsecondi: in un tempo massimo di 0,5 microsecondi la stampante commuta anche la linea BUSY a livello alto.
In quel momento viene scaricato il buffer di dati dal computer alla stampante. Questa operazione può durare da alcune frazioni di secondo a qualche secondo (in funzione della capacità del buffer).
Dopo che la stampante ha ricevuto i dati e li ha elaborati, porta a livello basso la linea BUSY; contemporaneamente informa il computer che ha terminato le operazioni, inviando un impulso sulla linea ACK. Queste situazioni si ripetono per ogni pacchetto di dati inviati dal computer alla stampante.
Per comprendere meglio il funzionamento di questo processo si fa ricorso alla sua rappresentazione grafica in funzione del tempo. Nella figura corrispondente si può osservare il diagramma che illustra l'andamento dei segnali citati in precedenza.

Quando la testina della stampante è bloccata sul carrello si verifica la condizione di sovraccarico

I diodi D11 e D13 corrispondono ai segnali C1 e C2 (Auto-Feed e Initialize Printer, rispettivamente)

Per collegare il circuito all'elaboratore si può utilizzare un flat-cable

PROGRAMMA DI VERIFICA PER IL MONITOR DI CONTROLLO

Per poter verificare il funzionamento del circuito è stato sviluppato il programma che verrà descritto di seguito. Questo programma è stato scritto con il linguaggio QuickBasic/LabWindows, e per poter operare con semplicità è consigliabile utilizzare un dispositivo di puntamento (mouse) e una scheda grafica di tipo VGA standard (in alternativa si può utilizzare un adattatore di tipo Hercules).
Per eseguire la verifica si può optare per il collegamento del singolo monitor Centronics sull'uscita DB-25 femmina del PC, oppure collegare anche la stampante all'uscita del monitor. In qualsiasi caso, la connessione scelta dovrà venire realizzata prima di accendere i dispositivi (ricordarsi di applicare al corrispondente connettore presente sul circuito del monitor la corretta alimentazione per mezzo di una pila da 9 V o tramite il connettore Amphenol, come descritto in precedenza).

Il programma è sviluppato in linguaggio QuickBasic/LabWindows

Dopo aver lanciato l'apposito programma di verifica MON.EXE, apparirà sullo schermo il pannello di controllo del circuito. L'attivazione del pannello, ovviamente, avviene commutando l'interruttore di accensione (ON/OFF) che si trova sulla parte inferiore destra dello schermo; dopo aver spostato questo interruttore con il mouse, si attiveranno anche tutti gli indicatori e gli attuatori presenti sul pannello.
La disposizione di questi elementi non è stata realizzata a caso, ma attenendosi alla loro funzione all'interno della configurazione standard Centronics.
Sulla parte superiore sinistra del pannello è presente la porta dei dati (indicata come BUS DATI). Ciascun diodo (da D0 a D7) corrisponde a uno dei bit dei dati. Premendo su questi attuatori si può verificare il modo in cui rispondono sia i diodi LED presenti sullo schermo che i diodi da D1 a D8 posti sul circuito.
Se non si ottiene nessuna risposta è probabile che si stiano scrivendo i dati in una porta diversa da quella che è stata collegata. In previsione di questa eventualità, il pannello di controllo è stato dotato di un commutatore a slitta a tre posizioni (indicato con INDIRIZZO) che consente di commu-

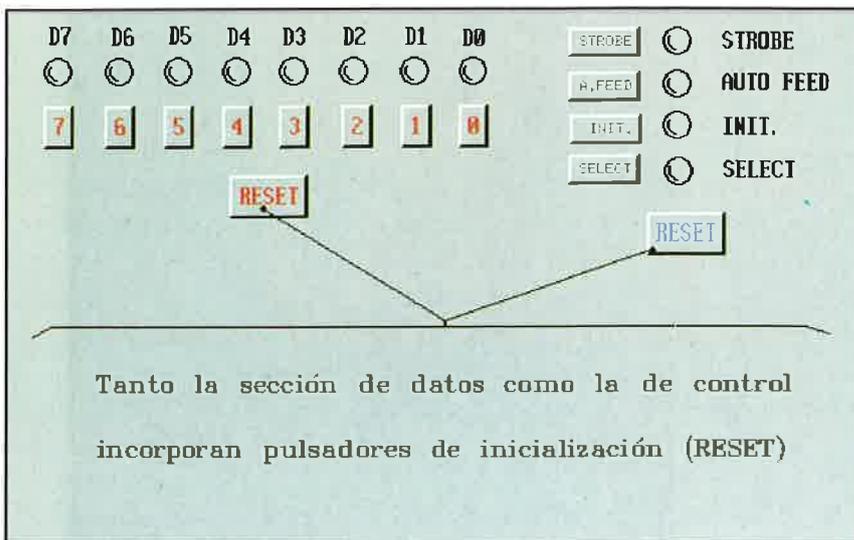
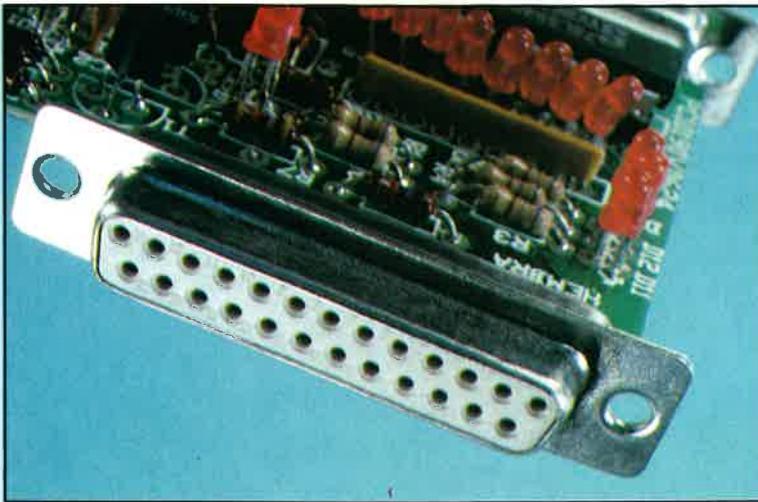
tare le tre porte Centronics presenti sull'interfaccia del PC, di cui si parlerà successivamente.
Dopo aver selezionato la porta corretta sarà possibile verificare il BUS DI CONTROLLO. I quattro segnali da controllare sono:

- C0 = PRINT STROBE
- C1 = AUTO FEED
- C2 = INITIALIZE PRINTER
- C3 = SELECT INPUT

La zona relativa al BUS DI CONTROLLO è localizzata nell'angolo superiore destro del pannello, e i LED indicatori sono posti verticalmente, come illustrato nella figura corrispondente. La risposta degli impulsi inviati dal programma verrà visualizzata dall'accensione sequenziale dei quattro LED azzurri di cui è fornito il pannello. Sul circuito stampato del monitor di controllo invece, per semplificare lo studio e la realizzazione pratica, i LED corrispondenti non sono stati distribuiti simmetricamente; nella figura corrispondente si può osservare la posizione dei diodi LED D11 e D13, che corrispondono rispettivamente ai segnali di controllo C1 e C2.
Per maggior sicurezza, si è preferito permettere una verifica del segnale di Select Input (selezione) anche tramite l'attuatore e il relativo indicatore presenti sul pannello di controllo, in modo da poter controllare manualmente l'accensione del diodo LED D10 presente sul circuito del monitor.
Il segnale Print Strobe (o conferma) può essere controllato sia tramite il diodo azzurro sul pannello di controllo che per mezzo del LED D14 presente sulla scheda e indicato nella figura corrispondente.
La terza zona del pannello corrisponde alla porta di stato (indicata come BUS DI STATO) ed è illustrata nella corrispondente figura. A differenza delle altre porte, essendo questa una porta di ricezione dei segnali, non è dotata dei corrispondenti attuatori, ma di soli diodi LED indicatori che visualizzano il livello logico corrispondente a ciascuno dei bit che arrivano a questa porta. Un sistema molto semplice per utilizzare il monitor di controllo e il relativo programma è quello di collegare il circuito tra il computer e la stampante.
In questo modo le informazioni ricevute e trasmesse in questa situazione (non bisogna dimenticare la condizione di trasparenza del circuito) verranno visualizzate sul pannello di controllo. I diodi D9 e D10 (visualizzati nella figura

I diodi LED E0-E7 sul pannello di controllo visualizzano la situazione della porta di stato Centronics

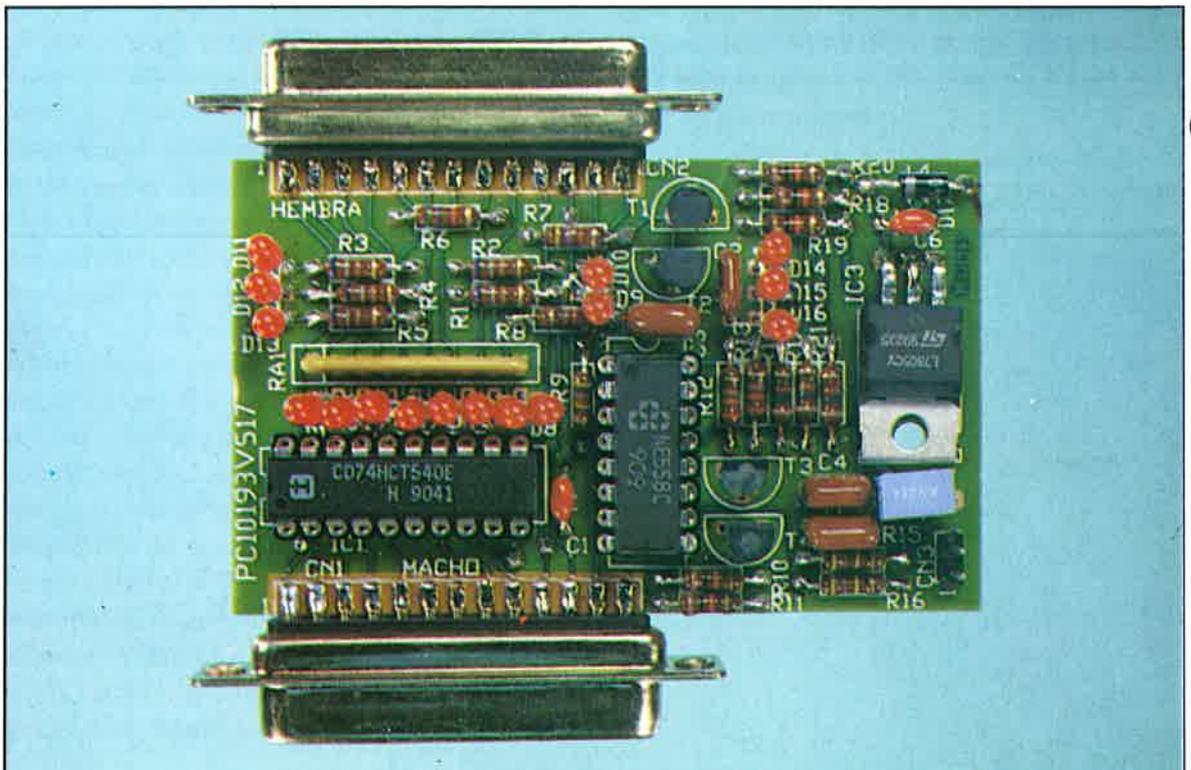
Il pannello di controllo è dotato di due pulsanti di RESET per inizializzare le porte dati (di colore rosso) e di controllo (in azzurro)

La presenza del segnale PRINT STROBE può essere verificata sia tramite il diodo LED azzurro che si trova sul pannello di controllo che con il LED D14 posto sul circuito

Dettaglio del connettore femmina al quale viene collegata la stampante

D1	: D0
D2	: D1
D3	: D2
D4	: D3
D5	: D4
D6	: D5
D7	: D6
D8	: D7
D9	: PAPER END
D10	: SELECT
D11	: AUTO FEED
D12	: ERROR
D13	: INIT
D14	: STROBE
D15	: BUSY
D16	: ACK

corrispondente) sono riferiti a questa porta, e sono assegnati agli indicatori E5 ed E4, rispettivamente. Nelle diverse figure si possono osservare anche i diodi D15 e D16, che corrispondono ai segnali di stato E7 ed E6. Sia la porta dei dati che quella di controllo sono dotate di un pulsante di reset, il cui scopo è quello di disattivare le uscite corrispondenti delle stesse.
In definitiva, le corrispondenze tra i LED presenti sul circuito del monitor e i segnali sono le seguenti:

Come già detto in precedenza, è possibile utilizzare il commutatore degli indirizzi per modificare la porta operativa del PC. La corrispondenza tra queste porte e i relativi indirizzi è riportata nella tabella che segue:

	Indirizzo	
Porta	Decimale	Esadecimale
LPT1	0888	0378
LPT2	0632	0278
LPT3	0956	03BC

Il monitor di controllo per la porta Centronics può essere molto utile quando, per qualsiasi circostanza, si verificano dei problemi di comunicazione con la stampante